



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 45 667.4

Anmeldetag: 30. September 2002

Anmelder/Inhaber: Siemens Audiologische Technik GmbH,
Erlangen/DE

Bezeichnung: Rückkopplungskompensator in einem
akustischen Verstärkungssystem, Hörhilfs-
gerät, Verfahren zur Rückkopplungskompen-
sation und Anwendung des Verfahrens in einem
Hörhilfsgerät

IPC: H 04 R, H 03 H

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 18. September 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Wallner

Beschreibung

Rückkopplungskompensator in einem akustischen Verstärkungssystem, Hörhilfsgerät, Verfahren zur Rückkopplungskompensation
5 und Anwendung des Verfahrens in einem Hörhilfsgerät

Die Erfindung betrifft einen Rückkopplungskompensator in einem akustischen Verstärkungssystem zur Kompensation eines Rückkopplungssignals, das bei einer Verstärkung eines Eingangssignals aufgrund eines Rückkopplungspfads von einem verstärkten
10 Ausgangssignal auf das Eingangssignal entsteht. Die Erfindung bezieht sich des Weiteren auf ein Hörhilfsgerät mit einem solchen Rückkopplungskompensator, auf ein Verfahren zur Kompensation eines Rückkopplungssignals in einem akustischen Verstärkungssystem und auf eine Anwendung des Verfahrens in einem
15 Hörhilfsgerät.

Bei Hörhilfsgeräten besteht allgemein das Problem einer unerwünschten akustischen Rückkopplung (Feedback) zwischen einem
20 Lautsprecher und einem Mikrofon. Eine solche Rückkopplung kann Pfeifgeräusche oder andere Störungen verursachen und dadurch den Nutzen des Hörhilfsgerätes für den Hörhilfsgeräteträger erheblich verringern oder sogar auf Null reduzieren. Je nach den Eigenschaften des Hörhilfsgeräts und der Hörsituation kann
25 eine Rückkopplung bei unterschiedlichen Frequenzen auftreten.

Mit Hilfe von adaptiven Rückkopplungskompensatoren wird ein Kompensationssignal erzeugt, das vom Eingangssignal vor der Verstärkung subtrahiert wird und das derart beschaffen ist,
30 dass eine eine Rückkopplung verursachende Frequenz auf eine Intensität reduziert wird, die unterhalb einer sogenannten Stabilitätsgrenze liegt. Die Erzeugung des Kompensationssignals erfolgt entlang eines Rückkopplungskompensationswegs mit einem adaptiven Rückkopplungskompensationsfilter, der mittels
35 einer Adaptionseinheit eingestellt wird und der den Rückkopplungspfad nachbildet. Ein Frequenzbegrenzungsfiler im Rück-

kopplungskompensationsweg limitiert den Frequenzbereich, in dem das Kompensationssignal erzeugt wird.

Der Realisierungsaufwand von Rückkopplungskompensatoren ist
5 aufgrund der Erzeugung des der Rückkopplung äquivalenten -
Rückkopplungskompensationswegs erheblich. Die Erzeugung des
Rückkopplungskompensationssignals erfolgt meist mit einem spe-
ziellen adaptiven Rückkopplungskompensationsfilter, dem soge-
nannten FIR-Filter (FIR: Finite Impulse Response). Als Ein-
10 gangssignal in den FIR-Filter dient das frequenzbegrenzte ver-
stärkte Ausgangssignal, das durch den FIR-Filter in das Kom-
pensationssignal umgewandelt wird.

Die Wirkung des FIR-Filter, stellvertretend für die meisten
15 Rückkopplungskompensationsfilter, wird mit einer Adaptionsein-
heit eingestellt, die sogenannte Filterkoeffizienten ein-
stellt. Die Adaption beruht auf einem Vergleich eines Fehler-
signals, meist des Eingangssignals, mit dem verstärkten Aus-
gangssignal. Eine wichtige Voraussetzung für eine erfolgrei-
20 che Adaption ist, dass die beiden Signale vor dem Vergleich
eine wenigstens im wesentlichen gleiche Filterung erfahren ha-
ben.

Für den Aufbau eines Rückkopplungskompensators bedarf es Kno-
25 ten und Rechenoperationen im Signal- oder Rückkopplungsweg,
die Platz und Rechenkapazität verlangen. Des Weiteren braucht
man Pufferspeicher, um das Signal beispielsweise mittels der
Adaptionseinheit und des Rückkopplungskompensationsfilters zu
bearbeiten. Der Speicher beansprucht Platz auf dem Hörhilfsge-
30 rätechip und muss von der Hörhilfsgerätebatterie mitversorgt
werden.

Verschiedene Feedbackkompensatoren sind zum Beispiel aus der
WO 00/19605 bekannt. Dabei wird die Bandbreite des Kompensati-
35 onssignals begrenzt, damit vom Rückkopplungskompensationsfil-
ter erzeugte Störungen auf das verstärkte Ausgangssignal mini-
miert und auf den instabilen Frequenzbereich begrenzt werden.

Die in der WO 00/19605 angegebenen Feedbackkompensatoren arbeiten speichereffizient; sie weisen allerdings komplizierte Signal- oder Rückkopplungswege mit mehrfachen, aufwendigen Additionsrechenoperationen und Knoten auf.

5

Beispielsweise wird bei einer Ausführung in der WO 00/19605 ein Eingangssignal in drei Signale aufgespaltet. Die ersten beiden werden direkt nach je einer Filterung wieder zusammengeführt und bilden das Eingangssignal für die Hörhilfsgerätsignalverarbeitung. Von diesem Eingangssignal wird vor der Verarbeitung ein Kompensationssignal eines einstellbaren FIR-Filters zur Rückkopplungskompensation abgezogen. Das dritte Signal dient gefiltert einer Adaptionseinheit des Rückkopplungskompensationsfilters als Fehlersignal. Um die Adaption erfolgreich durchführen zu können, wird das vom FIR-Filter erzeugte Kompensationssignal nicht nur vom Eingangssignal für die Hörhilfsgerätsignalverarbeitung subtrahiert, sondern es wird zusätzlich vom Fehlersignal subtrahiert, bevor dieses der Adaptionseinheit zugeführt wird. Diese Ausführung weist drei Additionsknoten, drei Aufspaltungsknoten und drei Filter für die Kompensation des Eingangssignals auf und ist in der Realisierung entsprechend aufwendig.

25

Eine andere Ausführung beruht dort auf dem aufwendigen Einsatz von zwei Hörhilfsgerätsignalverarbeitungen. Dazu wird ein Eingangssignal in zwei Signale aufgespaltet. Das erste Signal wird nach einer Filterung einer ersten Hörhilfsgerätsignalverarbeitung zugeführt. Das zweite Signal wird komplementär zum ersten Signal gefiltert, bevor es mit einem Kompensationssignal zusammengeführt wird. Es wird dann zum einen einer Adaptionseinheit eines einstellbaren FIR-Filters als Fehlersignal und zum anderen einer zweiten Hörhilfsgerätsignalverarbeitung zugeführt. Das Ausgangssignal der zweiten Signalverarbeitung wird zum einen gefiltert an den FIR-Filter sowie an die Adaptionseinheit geführt und zum anderen wird es mit einem Ausgangssignal der ersten Hörhilfsgerätsignalverarbeitung zu-

sammengeführt. In dieser Ausführung beeinflusst die Wahl der komplementären Filter die Hörhilfsgerätsignalverarbeitungen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Rückkopplungs-
5 kompensator, ein Hörhilfsgerät mit einem Rückkopplungskompen-
sator, ein Verfahren zur Kompensation eines Rückkopplungssig-
nals in einem akustischen Verstärkungssystem und eine Verwen-
dung des Verfahrens in einem Hörhilfsgerät anzugeben, die we-
nig Speicher beanspruchen und mit einem einfachen Aufbau bzw.
10 Ablauf mit wenigen Knoten und Additionsrechenoperationen aus-
kommen.

Diese Aufgabe wird durch einen Rückkopplungskompensator in ei-
nem akustischen Verstärkungssystem zur Kompensation eines
15 Rückkopplungssignals, das bei einer Verstärkung eines Ein-
gangssignals aufgrund eines Rückkopplungspfads von einem ver-
stärkten Ausgangssignal auf das Eingangssignal entsteht, ge-
löst, der einen adaptiven Rückkopplungskompensationsfilter zur
Bildung eines den Rückkopplungspfad nachbildenden Rückkopp-
20 lungskompensationswegs, eine Adaptionseinheit zur Adaption des
Rückkopplungskompensationsfilters und einen Frequenzbegren-
zungsfilter zur Begrenzung des
Frequenzbereichs des Rückkopplungskompensationswegs umfasst.
Dabei weist ein Eingangssignalweg des Eingangssignals nach ei-
25 ner Aufspaltung zwei Signalwege auf, wobei der erste Signalweg
einen ersten Filter sowie der zweite Signalweg einen zweiten
Filter aufweisen. Der erste Signalweg ist nach dem ersten Fil-
ter an einem ersten Knoten zur Subtraktion eines Kompensati-
onssignals mit dem Rückkopplungskompensationsfilter und an ei-
30 nem zweiten Knoten zur Fehlersignalabgabe mit der Adaption-
seinheit wirkverbunden. Ein Ausgang des zweiten Knotens und der
zweite Signalweg sind mit einem dritten Knoten zur Addition
verbunden und ein Ausgang dieses dritten Knotens ist mit ei-
nem Eingang des Verstärkungssystems verbunden.

Ein Rückkopplungskompensator nach der Erfindung ermöglicht es, der Adaptionseinheit und dem Rückkopplungskompensationsfilter ein mit dem gleichen Filter gefiltertes Ausgangssignal zuzuleiten, so dass nur ein Pufferspeicher für die Rückkopplungskompensation notwendig ist. Dies beruht auf der erfindungsgemäßen Anordnung der Filter, Knoten und Additionsrechenoperationen im Signalweg. Des Weiteren benötigt der Rückkopplungskompensator nach der Erfindung nur je zwei Additionsknoten und Aufspaltungsknoten, sowie ein komplementäres Filterpaar. Entsprechend kostengünstig und mit geringem Aufwand kann die Anordnung umgesetzt werden. Im Rückkopplungskompensationsweg wird nur ein Filter zur Begrenzung des Frequenzbereichs verwendet. Dies hat den Vorteil, dass Artefakte im tieffrequenten Bereich vermindert werden. Die Steuerung des Verstärkungssystems erfolgt unabhängig von den Parametern des ersten und des zweiten Filters sowie des Frequenzbegrenzungsfilters, da sich die Rückkopplungskompensation auf das gesamte Verstärkungssystem bezieht. Dies erlaubt eine flexible Wahl der Filter.

Die Aufgabe bezüglich eines Hörhilfsgeräts wird durch ein Hörhilfsgerät gelöst, das einen Rückkopplungskompensator der oben beschriebenen Art aufweist. Dabei kann die Erfindung bei allen bekannten Hörhilfsgeräte-Typen angewendet werden, beispielsweise bei hinter dem Ohr tragbaren Hörhilfsgeräten, in dem Ohr tragbaren Hörhilfsgeräten, implantierbaren Hörhilfsgeräten, Hörhilfsgerätesystemen oder Taschenhörhilfsgeräten.

Ferner wird die Aufgabe durch ein Verfahren zur Kompensation eines Rückkopplungssignals in einem akustischen System gelöst, wobei das Rückkopplungssignal bei einer Verstärkung eines Eingangssignals aufgrund eines Rückkopplungspfads von einem verstärkten Ausgangssignal auf das Eingangssignal entsteht, wobei mittels eines mit einer Adaptionseinheit gesteuerten, adaptiven Rückkopplungskompensationsfilters der Rückkopplungspfad nachgebildet wird, wobei ein Frequenzbegrenzungsfiler den Frequenzbereich des nachzubildenden Rückkopplungspfads be-

grenzt und wobei das Verfahren die folgende Verfahrensmerkmale aufweist:

5 In einem Verfahrensmerkmal wird das Eingangssignal in einen rückkopplungsgefährdeten und in einen rückkopplungsungefährdeten Signalanteil aufgespaltet.

In einem weiteren Verfahrensmerkmal wird der rückkopplungsgefährdete Signalanteil mit einem Kompensationssignal des Rückkopplungskompensationsfilters zu einem rückkopplungskompensierten Signalanteil zusammengeführt.

10 In einem weiteren Verfahrensmerkmal wird der rückkopplungskompensierte Signalanteil mit der Adaptionseinheit zur Fehlersignalauswertung verbunden.

15 Im letzten Verfahrensmerkmal wird der rückkopplungskompensierte Signalanteil mit dem rückkopplungsungefährdeten Signalanteil zu einem rückkopplungskompensierten Signal zusammengeführt, das anschließend verstärkt wird.

20 Die Abfolge der Verfahrensmerkmale ist bezüglich der Reihenfolge ungebunden, wenn es auch vorteilhaft ist die ersten beiden Verfahrensmerkmale in der hier angegebenen Reihenfolge vor den letzten beiden Verfahrensmerkmalen durchzuführen. Der Vorteil des Verfahrens liegt im vereinfachten Ablauf sowie in der kostengünstigeren Umsetzung des Verfahrens durch den verringerten Speicherbedarf und die effiziente Durchführbarkeit.

25 In einer besonders bevorzugten Weiterbildung des Rückkopplungskompensators nach der Erfindung wirkt dieser auf ein Mehrkanalverstärkungssystem, das beispielsweise aus einer Filterbank besteht, die das Eingangssignal auf mehrere frequenzspezifisch angepasste Verstärkungssysteme verteilt. Dies hat
30 den Vorteil, dass der Rückkopplungskompensator alle frequenzspezifisch angepassten Verstärkungssysteme gleichzeitig abdeckt.

35 In einer anderen Ausführungsform des Rückkopplungskompensators ist der Frequenzbegrenzungsfiler zwischen dem Ausgang des Verstärkungssystems und dem Rückkopplungskompensator sowie der Adaptionseinheit angeordnet. Dies hat den Vorteil, dass der

Frequenzbegrenzungsfilter nur auf den Rückkopplungskompensationsweg wirkt.

5 In einer besonderen Ausführungsform des Rückkopplungskompensators weisen der erste Filter und der Frequenzbegrenzungsfilter eine zumindest im Wesentlichen gleiche Filterfunktion auf. Die beiden Eingänge in die Adaptionseinheit durchlaufen dann im wesentlichen gleiche Filterungen, zum einen das Eingangssignal den ersten Filter und zum anderen das verstärkte Ausgangssig-
10 nal den Frequenzbegrenzungsfilter. Dies führt zu besonders guten Voraussetzungen für eine schnelle und guten Adaption mittels der Adaptionseinheit.

15 Eine vorteilhafte Ausführungsform des Verfahrens weist als weiteres Verfahrensmerkmal auf, dass das verstärkte Ausgangssignal über den Frequenzbegrenzungsfilter an die Adaptionseinheit und an den Rückkopplungskompensationsfilter geleitet wird. Dies reduziert den Einfluss des Verfahrens auf Frequenzbereiche, in denen selten Rückkopplung vorkommt, und vermin-
20 dert dort die Erzeugung von Artefakten.

In einer anderen vorteilhaften Ausführungsform des Verfahrens werden die Frequenzbereiche des rückkopplungsgefährdeten Signalanteils und des Rückkopplungskompensationswegs so gewählt,
25 dass sie zumindest näherungsweise gleich sind. Dies verbessert den Ablauf der Adaption in der Adaptionseinheit.

In einer weiteren Ausführungsform des Verfahrens wird die Verstärkung mit einem Mehrkanalverstärkungssystem durchgeführt,
30 so dass das Verfahren alle seine Vorteile auch auf den Einsatz eines Mehrkanalverstärkungssystems übertragen kann.

Ferner wird die Aufgabe durch die Anwendung des Verfahrens in einem Hörhilfsgerät gelöst.

35

Weitere vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind durch die Merkmale der Unteransprüche gekennzeichnet.

Es folgt die Erläuterung von zwei Ausführungsbeispielen anhand der Figuren 1 und 2. Es zeigen:

- 5 FIG 1 einen schematischen Aufbau eines Rückkopplungskompensators zur Verdeutlichung von Signal- und Rückkopplungskompensationspfad und
- 10 FIG 2 einen schematischen Aufbau eines Rückkopplungskompensators für den Fall einer Mehrkanalhörhilfsgerätsignalverarbeitung

Figur 1 zeigt einen schematischen Aufbau eines Rückkopplungskompensators 1, der eine qualitativ gute Verstärkung eines akustischen Eingangssignals 3 mit einer Hörhilfsgerätsignalverarbeitung 5 auch dann ermöglicht, wenn ein Rückkopplungspfad 7 vorliegt. Entlang eines Rückkopplungspfads 7 kann ein Ausgangssignal 9 zusammen mit dem akustischen Eingangssignal 3 Eingang zur Hörhilfsgerätsignalverarbeitung 5 finden. Um ein Pfeifen oder andere Störungen aufgrund der Rückkopplung zu verhindern, wird das akustische Eingangssignal 3 mit Hilfe eines Rückkopplungskompensationspfads derart verändert, dass die Rückkopplung unterbleibt.

25 Dazu spaltet sich das akustische Eingangssignal 3 an einem Aufspaltungsknoten 11 in zwei Signalanteile auf, zum einen in einen rückkopplungsgefährdeten Signalanteil 13 und zum anderen in einen rückkopplungsungefährdeten Signalanteil 15. Zwei komplementäre Filter 17 und 19 vollziehen die Aufspaltung im Frequenzbereich, so dass beispielsweise der erste Filter 17 nur Frequenzen größer einem Kilohertz durchlässt.

Der rückkopplungsgefährdete Signalanteil 13 wird an einem Additionsknoten 21 mit einem invertierten Kompensationssignal 23 zusammengefasst. Das Kompensationssignal 23 wird mit Hilfe eines Rückkopplungskompensationsfilters 25 erzeugt. Als Eingang in den Rückkopplungskompensationsfilter 25 dient ein mit einem

Frequenzbegrenzungsfilter 27 gefilterte Ausgangssignal 29. Eine Adaptionseinheit 31 ändert die Koeffizienten des Rückkopplungskompensationsfilters 25, so dass das gefilterte Ausgangssignal 29 nach Durchlauf des Rückkopplungskompensationsfilters 25 vorwiegend im Frequenzbereich der Rückkopplung Energie aufweist.

Vorraussetzung für eine erfolgreiche Adaption ist ein aussagekräftiges Fehlersignal 33. Ein solches wird dem rückkopplungsgefährdeten Signalanteil 13 nach der Zusammenführung mit dem Kompensationssignal 23 entnommen und der Adaptionseinheit 31 zur Auswertung zugeführt.

Nach der Entnahme des Fehlersignals 33 wird der rückkopplungsgefährdete Signalanteil 13 mit dem rückkopplungsungefährdeten Signalanteil 15 an einem weiteren Knoten zusammengeführt, bevor es in die Hörhilfsgerätesignalverarbeitung 5 gelangt. Dort wird es entsprechend dem Hörverlust des Hörhilfsgeräteträgers verstärkt und an einen Lautsprecher weitergeleitet. Der hier ausgeführte Signalverlauf ist in seiner Abfolge besonders vorteilhaft, da er mit wenig Knoten und Rechenoperationen auskommt.

Der Rückkopplungspfad 7 kann auf zwei Rückkopplungsmechanismen beruhen, zum einen auf akustischer Rückkopplung direkt vom Lautsprecher auf das Eingangsmikrofon und zum anderen auf elektromagnetischer Rückkopplung beispielsweise von einer Lautsprecherspule auf eine Telefonspule innerhalb eines Hörhilfsgeräts.

Der Rückkopplungskompensator 1 benötigt nur einen Speicher für das gefilterte Ausgangssignal 29, da dieses zur Bearbeitung sowohl dem Rückkopplungskompensationsfilter 25 als auch der Adaptionseinheit 31 zugeleitet wird.

Im vorliegenden Rückkopplungskompensator 1 wird man vorzugsweise den ersten Filter 17 und den Frequenzbegrenzungsfilter

27 im Wesentlichen mit derselben Filterfunktion einstellen, da dann die Signalwege zur Adaptionseinheit 31, die mit dem Ausgangssignal 9 beginnen, die gleichen Filter durchlaufen: In einem Fall durchläuft das Ausgangssignal 9 den FrequenzbegrenzungsfILTER 27 und wird direkt anschließend der Adaptionseinheit 31 zugeführt. In einem zweiten Fall wird das Kompensationssignal 23, das ausgehend vom verstärkten Ausgangssignal 9 erst den FrequenzbegrenzungsfILTER 27 und dann den Rückkopplungskompensationsfilter 25 durchlaufen hat, zusammen mit dem rückkopplungsgefährdeten Signalanteil 13 der Adaptionseinheit 31 zugeführt. In einem dritten Fall durchläuft das Ausgangssignal, das entlang dem Rückkopplungspfad 7 zum Eingangssignal 3 gelangt, den mit dem FrequenzbegrenzungsfILTER 27 meist identisch gewählten ersten Filter 17. Auf diese Weise ist ein System zu Kompensation von Rückkopplungen aufgebaut, das auf nur zwei Additionsnoten beruht, sowie nur einen Pufferspeicher benötigt.

Die Gesamtübertragungsfunktion des Verstärkungssystems mit dem Rückkopplungskompensator 1 ist folgendermaßen gegeben:

Dabei sind F_1 und F_2 die Übertragungsfunktionen des ersten bzw. zweiten Filters 17 bzw. 19, F_3 ist die Übertragungsfunktion des Frequenzbegrenzungsfilters 27, H und H' sind die Übertragungsfunktionen des Rückkopplungspfads 7 bzw. des Rückkopplungskompensationsfilters 25 und G ist die Übertragungsfunktion der Hörhilfsgerätsignalverarbeitung 5. Das Produkt aus H und F_2 kann bei günstiger Auslegung von F_1 und F_2 vernachlässigt werden.

In Figur 2 ist ein schematischer Aufbau einer alternativen Verwendung des Rückkopplungskompensators 1 dargestellt. Im Unterschied zur Figur 1 wird die Signalverarbeitung mithilfe einer Mehrkanalhörhilfsgerätsignalverarbeitung 34 durchgeführt. Dazu wird das wieder zusammengeführte Signal nach Eingang in

die Mehrkanalhörhilfsgerätsignalverarbeitung 34 mittels einer Filterbank 35 auf die verschiedenen Verstärker 37, die in den verschiedenen Frequenzbereichen arbeiten, verteilt. Anschließend werden die verstärkten Signale in einem Additionsknoten 5 39 wieder zum verstärkten Ausgangssignal 9 zusammengefasst. Der Vorteil dieser Ausführungsform liegt darin, dass die Anpassung der Mehrkanalhörhilfsgerätsignalverarbeitung 34 an den Hörverlust des Hörgeräteträgers unabhängig von der Filterfunktion des Frequenzbegrenzungsfilters 27 oder des ersten Filters 10 17 ist. Eine Beeinflussung der Parameter der Mehrkanalhörhilfsgerätsignalverarbeitung 34 durch den Rückkopplungskompensator 1 wird durch die erfindungsgemäße Anordnung des Rückkopplungskompensators 1 verhindert und erlaubt ein getrenntes Einstellen der Parameter der Mehrkanalhörhilfsgerätsignalverarbeitung 15 34 sowie der Parameter des Rückkopplungskompensators 1.

Patentansprüche

1. Rückkopplungskompensator (1) in einem akustischen Verstärkungssystem zur Kompensation eines Rückkopplungssignals,
5 das bei einer Verstärkung eines Eingangssignals aufgrund eines Rückkopplungspfads (7) von einem verstärkten Ausgangssignal (9) auf das Eingangssignal (3) entsteht,
mit einem adaptiven Rückkopplungskompensationsfilter (25) zur Bildung eines den Rückkopplungspfad (7) nachbildenden Rück-
10 kopplungskompensationswegs,
mit einer Adaptionseinheit (31) zur Adaption des Rückkopplungskompensationsfilters (25) und
mit einem Frequenzbegrenzungsfiler (27) zur Begrenzung des Frequenzbereichs des Rückkopplungskompensationswegs,
15 wobei ein Eingangssignalweg des Eingangssignals (3) nach einer Aufspaltung zwei Signalwege aufweist,
wobei der erste Signalweg einen ersten Filter (17) sowie der zweite Signalweg einen zweiten Filter (19) aufweisen,
wobei der erste Signalweg nach dem ersten Filter an einem ersten Knoten zur Subtraktion eines Kompensationssignals (23) mit
20 dem Rückkopplungskompensationsfilter (25) und an einem zweiten Knoten zur Fehlersignalabgabe mit der Adaptionseinheit (31) wirkverbunden ist, und
wobei ein Ausgang des zweiten Knotens und der zweite Signalweg
25 mit einem dritten Knoten zur Addition verbunden sind,
wobei ein Ausgang des dritten Knotens mit einem Eingang des Verstärkungssystems verbunden ist.

2. Rückkopplungskompensator (1) nach Anspruch 1,
30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass das Verstärkungssystem ein Mehrkanalverstärkungssystem umfasst.

3. Rückkopplungskompensator (1) nach Anspruch 1 oder 2,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass der Frequenzbegrenzungsfiler (27) zwischen dem Ausgang des Verstärkungssystems und dem Rückkopplungskompensationsfilter (25) angeordnet ist.
35

4. Rückkopplungskompensator (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3,

5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s d e r e r s t e Filter (17) und der Frequenzbegrenzungsfilter (27) eine zumindest im wesentlichen gleiche Filterfunktion aufweisen.

5. Hörhilfsgerät mit einem Rückkopplungskompensator (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 4.

10

6. Verfahren zur Kompensation eines Rückkopplungssignals in einem akustischen System, wobei das Rückkopplungssignal bei einer Verstärkung eines Eingangssignals (3) aufgrund eines Rückkopplungspfads (7) von einem verstärkten Ausgangssignal (9) auf das Eingangssignal (3) entsteht, wobei mittels eines mit einer Adaptionseinheit (31) gesteuerten, adaptiven Rückkopplungskompensationsfilters (25) der Rückkopplungspfad (7) nachgebildet wird, und wobei ein Frequenzbegrenzungsfilter (27) den Frequenzbereich eines den Rückkopplungspfad (7) nachbildenden Rückkopplungskompensationswegs begrenzt, mit folgenden Verfahrensmerkmalen:

25 - Aufspalten des Eingangssignals (3) in einen rückkopplungsgefährdeten (13) und in einen rückkopplungsungefährdeten Signalanteil (15).

30 - Zusammenführen des rückkopplungsgefährdeten Signalanteils (13) mit einem Kompensationssignal (23) des Rückkopplungskompensationsfilters (25) zu einem rückkopplungskompensierten Signalanteil.

- Zuführen des rückkopplungskompensierten Signalanteils mit der Adaptionseinheit (31) zur Fehlersignalauswertung.

35 - Zusammenführen des rückkopplungsungefährdeten (15) mit dem rückkopplungskompensierten Signalanteil zu einem rückkopplungskompensierten Signal, das anschließend verstärkt wird.

7. Verfahren nach Anspruch 6, wobei das verstärkte Ausgangs-
signal (9) über den Frequenzbegrenzungsfilter (27) an die A-
daptionseinheit (31) und an den Rückkopplungskompensations-
5 filter (25) geleitet wird.

8. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7, wobei der rückkopplungs-
gefährdete Signalanteil (13) und der Rückkopplungskompensati-
onsweg zumindest näherungsweise auf den gleichen Frequenzbe-
10 reich beschränkt werden.

9. Verfahren nach einem der Ansprüche 6 bis 8, wobei die Ver-
stärkung mit einem Mehrkanalverstärkungssystem durchgeführt
wird.

15

10. Anwendung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9
in einem Hörhilfsgerät.

Zusammenfassung

Rückkopplungskompensator in einem akustischen Verstärkungssystem, Hörhilfsgerät, Verfahren zur Rückkopplungskompensation
5 und Anwendung des Verfahrens in einem Hörhilfsgerät

Ein Rückkopplungskompensator (1) für Hörhilfsgeräte erlaubt es aufgrund der erfindungsgemäßen Anordnung von Filtern (17, 19) in einem aufgespalteten Signalpfad, mit nur einem Pufferspeicher, zwei Aufspaltungsknoten (11) und zwei Additionsknoten
10 (23) eine adaptive Rückkopplungskompensation durchzuführen. Dabei erfolgt die Rückkopplungskompensation nur im rückkopplungsgefährdeten Frequenzbereich des Eingangssignals (3). Neben der Filterung des Eingangssignals (3) ist es vorteilhaft
15 dem adaptiven Rückkopplungskompensationsfilter (25) ein bandbreitenbegrenztes Signal zuzuleiten, das dem verstärkten Ausgangssignal (9) entnommen wird.

FIG 1

20

FIG 1

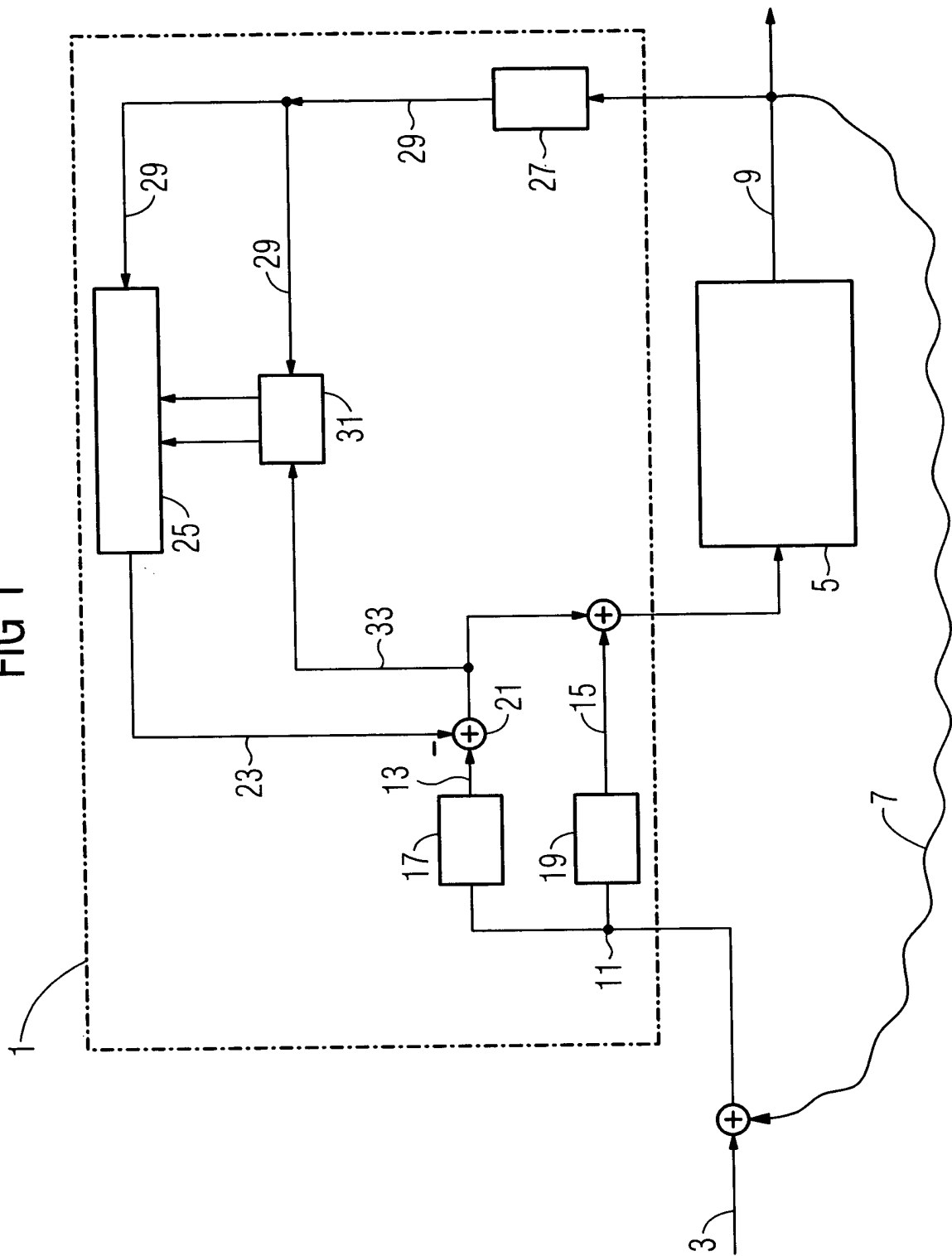


FIG 2

